

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-106095

(43) 公開日 平成7年(1995)4月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46	B	9014-2G		
H 0 1 L 21/203	S	8122-4M		
21/205				

H 0 1 L 21/ 302

C

H

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-273141

(22) 出願日 平成5年(1993)10月4日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 石井 信雄

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京

エレクトロン株式会社内

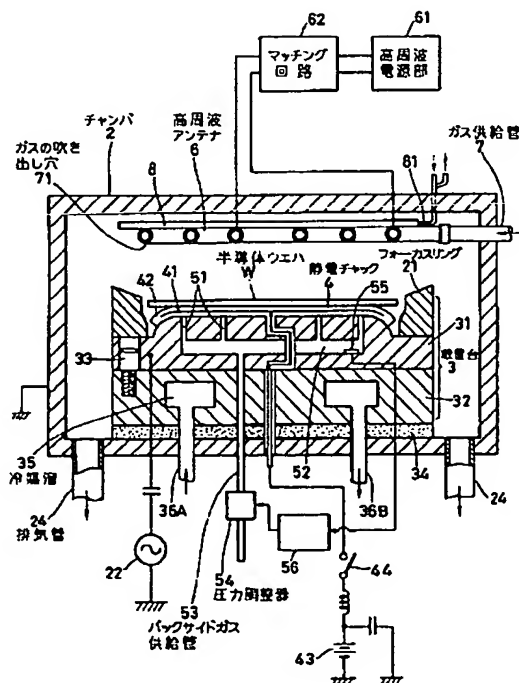
(74) 代理人 弁理士 井上 俊夫

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 高周波アンテナに高周波電力を印加して得られたプラズマにより例えば半導体ウエハにプラズマ処理する装置において、装置の小型化及び簡素化を図ること。

【構成】 導電性材質よりなる接地された気密なチャンバ2内に、渦巻き状のコイルよりなる高周波アンテナ6を設ける。このアンテナ6は、内面及び外面が耐食性材料で被覆された管状体により構成され、外端に処理ガス供給管7が接続されると共に、管状体にはコイルに沿ってガスの吹き出し穴71が構成されている。高周波アンテナから電波が発生してもチャンバ2がシールド体となっているので、外部に別途シールド体を設けなくて済み、またアンテナ6とガス供給部を兼用しているので装置の小型化、簡素化が図れる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密構造のチャンバ内に載置台を設け、前記チャンバ内に処理ガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより載置台上の被処理体を処理するプラズマ処理装置において、

接地された導電性材質よりなるチャンバの中に前記載置台に対向して設けられた平面状のコイルよりなる高周波アンテナと、

この高周波アンテナに高周波電力を印加するための高周波電源部と、

を備えてなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 載置台に対向してチャンバの中に設けられ、導電性の管状体により形成された平面状のコイルよりなる高周波アンテナと、

前記高周波アンテナの管状体の内部空間に処理ガスを導入するガス導入手段と、

前記高周波アンテナの管状体の内部空間と管状体の外とを連通するように形成された処理ガス流出口と、

前記高周波アンテナに高周波電力を印加するための高周波電源部と、

を備えてなることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウエハの処理工程において、例えばキャパシタや素子の分離、あるいはコンタクトホール形成などのためにドライエッチングが行われている。このドライエッチングを行う従来装置の代表的なものとして平行平板型プラズマ処理装置が知られている。

【0003】図7は平行平板型プラズマ処理装置を示す図であり、気密なチャンバ1内に、下部電極を兼用する載置台11が配設されると共に、載置台11の上方にこれと対向してガス供給部を兼用する上部電極12が配設されている。13は排気管である。

【0004】このようなプラズマ処理装置においては、まず載置台11上にウエハWを載置し、ガス供給部12から処理ガスを導入すると共に、電極11、12間に高周波電源部Eにより高周波電力を印加してプラズマを発生させ、このプラズマ中の反応性イオンによりウエハWのエッチングが行われる。

【0005】ところでデバイスのパターンの線幅が増々微細化する傾向にあるが、上述の装置においてプラズマが発生しているときのチャンバ内の圧力が100mTorr～1Torrであり、このような高い圧力ではイオンの平均自由工程が小さいので微細加工が困難である。またウエハが大口径化しつつあるが、イオンの平均自由工程が小さいと、広い面に亘ってプラズマ分布の高い均一性を確保できないため、大口径のウエハに対して均一

な処理が困難であるという問題点もある。

【0006】そこで最近において、欧州特許公開明細書第379828号や特開平3-79025号公報に記載されているように、載置台11に対向するチャンバ1の上面を石英ガラスなどの絶縁材により構成すると共に、この絶縁材の外側に平面状のコイルを固定し、このコイルに高周波電流を流してチャンバ1内に電磁場を形成し、この電磁場内に流れる電子を処理ガスの中性粒子に衝突させてプラズマを生成する高周波誘導方式が検討されつつある。

【0007】この方式によれば、コイルの形状に従って略同心円状の電界を誘導し、プラズマの閉じ込め効果があるので、従来の平行平板型プラズマ処理装置の場合に比べて相当低い圧力でプラズマを発生させることができ、従って発生したプラズマ中のイオンの平均自由工程が大きく、このためこのプラズマによるエッチング処理は、微細加工に適している。そしてプラズマは高密度領域から低密度領域へ拡散するが、イオンの平均自由工程が大きいことからプラズマ密度分布は滑らかであり、ウエハ平面に並行な面におけるプラズマの均一性が高く、大口径のウエハに対するプラズマ処理の面内均一性が向上する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように高周波誘導方式はパターンの線幅の微細化、ウエハの大口径化に適したものとして注目されるものではあるが、実用化するためには種々の問題点がある。例えばその一つとして、高周波アンテナがチャンバの外に設けられているため、アンテナに大きな電力を印加すると周囲で電波障害を起こすため、高周波アンテナをシールド体で覆わなければならないため装置が大型化、複雑化するという問題がある。またチャンバの上面を石英で構成し、この上に高周波アンテナを載置すると、石英の熱伝導度が小さいので電力印加時にアンテナに接している部分が局所的に加熱され、このため石英に大きな熱応力が発生して割れが生じ、チャンバの破裂事故につながるおそれもある。

【0009】本発明は、このような事情のもとになされたものであり、その目的は、コイルよりなる高周波アンテナに高周波電力を印加して得られたプラズマにより被処理体を処理する装置において装置の小型化を図ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、気密構造のチャンバ内に載置台を設け、前記チャンバ内に処理ガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより載置台上の被処理体を処理するプラズマ処理装置において、接地された導電性材質よりなるチャンバの中に前記載置台に対向して設けられた平面状のコイルよりなる高周波アンテナと、この高周波アンテナに高周波電力を印加するための高周波電源部と、を備えてなることを特徴

とする。

【0011】請求項2の発明は、前記載置台に対向してチャンパの中に設けられ、導電性の管状体により形成された平面状のコイルよりなる高周波アンテナと、この高周波アンテナの管状体の内部空間に処理ガスを導入するガス導入手段と、前記高周波アンテナの管状体の内部空間と管状体の外とを連通するように形成された処理ガス流出口と、前記高周波アンテナに高周波電力を印加するための高周波電源部と、を備えてなることを特徴とする。

【0012】

【作用】請求項1の発明によれば、高周波アンテナをチャンパ内に設けると共にチャンパを接地することにより、チャンパがシールド体の役割を果たすので高周波アンテナに高周波電力を印加しても周囲に電波障害を起こすことがないし、またチャンパの外に高周波アンテナ及びシールド体を設けなくてよいので装置が小型化、簡素化する。

【0013】また請求項2の発明では、高周波アンテナを管状体により構成してこの管状体を処理ガスの供給部として兼用しているの、装置が簡素化するし、またガスの供給口を被処理体の被処理面の投影面内に形成することができ、このため処理ガスを被処理面に均一に供給することができる。

【0014】

【実施例】図1及び図2は本発明の実施例に係るプラズマ処理装置例えばエッチング装置の全体構成を示す断面図、及び一部を破断した概略分解斜視図である。図中2は、アルミニウムで構成されかつ接地された気密構造のチャンパであり、このチャンパ2内の中央底部には、例

例えばアルミニウムよりなる載置台3が配置されている。

【0015】前記載置台3は、上側部分である載置部31と、この載置部31を支持する下側部分である支持部32とがボルト33により分離可能に結合して構成されており、支持部32とチャンパ2との間には絶縁体34が介装されている。前記載置部31の上面には静電チャックシート4がその上面を覆うように設けられている。この静電チャックシート4は、例えば銅箔からなる静電チャックシート用の電極である導電膜41を例えばポリイミドフィルムからなる絶縁膜42で両側から被覆して構成され、導電膜41は、チャンパ2の外部の直流電源43にスイッチ44を介して電気的に接続されている。

【0016】前記載置部31には、上端が当該載置部31の上面に開口する複数のバックサイドガス（熱伝導用のガス）のための孔部51が形成されており、これら孔部51の下端は例えば通気室52を介してバックサイドガス用のガス供給路53に連通している。また前記静電チャックシート4は各孔部51に対応した位置に穴（図示せず）が穿設され、孔部51からのバックサイドガスが静電チャックシート4の穴を通じてウエハWの裏面に

吹き付けられるようになっている。前記ガス供給路53は、バタフライバルブなどの圧力調整器54を介して図示しない例えばHeガスなどのガス供給源に接続されている。

【0017】そして前記通気室52にはバックサイドガスの圧力を検出する圧力検出部55の圧力検出値にもとづいて、前記孔部51からウエハWの裏面へ向けて吹き出すバックサイドガスの圧力が所定値例えば10 Torrになるように、圧力調整器54例えばバタフライバルブの開度を調整する機能を有している。

【0018】前記載置部31の上には、ウエハWを囲むような環状のフォーカスリング21が配設される。このフォーカスリング21は、反応性イオンを引き寄せない絶縁性の材質から構成され、反応性イオンを内側のウエハWに効果的に引き寄せる役割をもっている。

【0019】前記支持部32の内部には、載置台3を介してウエハWを冷却するために、冷却媒体を循環させる冷媒溜35が形成され、これには導入管36Aと排出管36Bとが設けられていて、導入管36Aを介して冷媒溜35内に供給された冷却媒体例えば液体窒素は排出管36Bを介して装置外部へ排出される。

【0020】前記チャンパ2内の上面付近には、載置台2に対向するように平面状のコイル例えば渦巻きコイルからなる高周波アンテナ6が絶縁材例えばフッ素樹脂よりなる固定部材23（図2参照）によりチャンパ2に固定して設けられている。この高周波アンテナ6は、導電性材料例えばアルミニウムを材質とした管状体により構成されており、その外周面及び内周面には、処理ガスによる腐食を防止するために耐食性材料例えば酸化アルミニウムにより被覆されている。

【0021】そして高周波アンテナ6の外端には、高周波アンテナ6つまり管状体の内部空間に処理ガスを供給するためにガス供給管7の一端が接続されており、このガス供給管7の他端側には図示しない処理ガス、エッチング加工の場合には例えばCHF<sub>3</sub>やCF<sub>4</sub>などの処理ガスの供給源が接続されている。前記高周波アンテナ6の下面には、図3に示すように管状体の内部空間と外部（チャンパ2内の空間）とを連通する処理ガスの流出口例えばガスの吹き出し穴71がコイルに沿って形成されている。

【0022】前記高周波アンテナ6の両端子（内側端子及び外側端子）間には、プラズマ生成用の高周波電源部61よりマッチング回路62を介して例えば13.56MHz、1kwの高周波電圧が印加される。これによりアンテナ6に高周波電流が流れ、後述するようにアンテナ6直下の空間でプラズマが生成されることとなる。

【0023】前記高周波アンテナ6の上面側には、この高周波アンテナ6を冷却するための冷却手段例えば冷却プレート8が設けられている。この冷却プレート8は例えば冷媒管81により内部に冷媒例えば冷却水が通流す

るように構成される。このように高周波アンテナ6を冷却すれば、アンテナの材質とその外周面の耐食性材料との熱膨張率の差に起因する耐食性材料の剥離を抑制できる利点がある。

【0024】また前記載置台3とアースとの間には、当該載置台3に、高周波アンテナ6に印加される高周波電圧の周波数より低い周波数例えば400KHzのバイアス電圧を与えるために、高周波電源部22が接続されている。そしてチャンバ2はアースに接続されており、このため載置台3とチャンバ2との間に電界が形成され、この結果チャンバ2内のプラズマ中の反応性イオンのウエハWに対する垂直性が増すこととなる。

【0025】前記チャンバ2の底面には、複数の排気管24の一端がチャンバ2の周方向に等間隔な位置に接続されている。図示の例では2本の排気管24の一端がチャンバ2の軸に対称に接続されている。そしてこれら排気管24の他端側は、図2に示すようにバタフライバルブなどの圧力調整器25及び真空ポンプ26が介装された共通の排気管27に接続されている。またこの実施例では排気系は、真空引き初期には緩やかに排気してパーティクルを巻き上げないように、またある程度真空引き後は急速に排気するように、チャンバ2内に設けられた圧力検出部28よりの圧力検出値にもとづいて排気コントローラ29が圧力調整器25を調整するように構成されている。

【0026】次に上述実施例の作用について説明する。先ず図示しない搬送アームにより被処理体例えばウエハWをチャンバ2内に搬入して静電チャックシート4上に載置する。そして真空ポンプ26により排気管24を介して、所定の真空雰囲気中に真空排気すると共に、ガス供給管7より例えばCF<sub>4</sub>ガスなどのエッチングガスを高周波アンテナ6の内部空間を介して吹き出し穴71よりチャンバ2内に供給しながら排気管24より真空排気してチャンバ2内を例えば数mTorr～数10mTorrの真空度に維持すると共に、高周波アンテナ6に高周波電源部61より高周波電圧を印加する。この高周波電圧の印加により高周波アンテナ6に高周波電流が流れると、アンテナ導体の周りに交番磁界が発生し、その磁束の多くはアンテナ中心部を縦方向に通って閉ループを形成する。このような交番磁界によってアンテナ6の直下で概ね同心円状に円周方向の交番電界が誘起され、この交番電界により円周方向に加速された電子が処理ガスの中性粒子に衝突することでガスが電離してプラズマが生成される。こうして発生したプラズマ中の反応性イオンによってウエハWの表面がエッチングされる。

【0027】このように高周波アンテナ6に高周波電力を印加すると周囲に電波が広がろうとするが、チャンバ2がアルミニウム材で作られていて接地されているのでこのチャンバ2によってシールドされ、従って装置の周囲に対する電波障害のおそれがない。そして高周波アン

テナ6がチャンバ2の外に存在しない分だけ装置の小型化を図れるが、特に有利な点は、仮に高周波アンテナ6が外に設けられていて、シールド体をチャンバ2の外に配置する場合、チャンバ2の外壁面に加工しなければならないが、チャンバ2をシールド体として用いれば、そのような加工が不要であるし、シールド体がチャンバ2の外に配置されないで、装置の小型化、簡素化を図ることができる。

【0028】また高周波アンテナが処理ガス導入部を兼用しているので、高周波アンテナに対して別途例えばその外周部に沿って処理ガス供給部を配設する場合に比べて構成が簡単であるし、コイルの周囲に沿って処理ガスの吹き出し穴71を形成することにより、これらが載置台3上のウエハWの投影面と重なり、しかもコイル状に吹き出し穴71が配列されるので、ウエハW表面への処理ガスの供給を高い均一性をもって行うことができ、均一なプラズマ処理を行うことができる。ただしガスの流出口は、穴の代りにスリットであってもよい。更にまた処理ガスの通流によって高周波アンテナ6が内部から冷却されるので、その冷却効果により高周波アンテナ6の内周面及び外周面に被着した耐食性材料の剥れを防止できる。

【0029】ここで図4及び図5に本発明の他の実施例を示す。図4の実施例では、円筒部72aの下面周縁に環状突壁72bが形成され、これらの内部空間が通気室とされと共に、下端環状面に処理ガスの吹き出し穴73が多数周方向に沿って形成されて処理ガス供給部が構成されている。この処理ガス供給部はガス混合室74に連通し、ガス混合室74には複数のガス供給管75（図示の例では2本）が接続されている。そして環状突壁72bの内方側には、高周波アンテナ6が冷却プレート8上に載置されて配設されている。このような構成では、ガス混合室74により複数種類の処理ガスが混合されるので、ウエハW表面に対して均一な成分の処理ガスを供給できる。また処理ガス供給部の材質としては、例えばアルミナ系のセラミックやSiCなどを好適なものとして用いることができる。前者の材質はハロゲンガスにより削られにくいものであるし、また後者の材質は、削られたとしてもシリコン系の成分なのでウエハに対する悪影響がない。

【0030】また図5の実施例では、処理ガス供給部が、下面に多数のガス吹き出し穴76を備えた円筒体77により構成されておりこの中に高周波アンテナ6が設けられている。なお図4及び図5の例では、高周波アンテナ6を冷却するための冷却プレート8を示してあるが、これは必ずしも必要とされるものではない。そしてまた高周波アンテナをチャンバ内に設けるにあたっては、高周波アンテナを絶縁性でかつ耐食性材料の容器で覆うようにしてもよいし、図6に示すようにチャンバの上面付近の空間を例えばセラミックスよりなる仕切り板

9で仕切って、その上に高周波アンテナ6を載置するようにしてもよい。

【0031】以上においてプラズマ処理としてエッチング処理の例を挙げて説明したが、本発明はプラズマCVD装置、プラズマアッシング装置、プラズマスパッタ装置など他のプラズマ処理装置にも適用することができ、また被処理体としては半導体ウエハに限らず、LCD基板などであってもよい。

【0032】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、高周波アンテナをチャンバ内に設けると共にチャンバを接地することにより、チャンバがシールド体の役割を果たすので高周波アンテナに高周波電力を印加しても周囲に電波障害を起こすことがないし、またチャンバの外に高周波アンテナ及びシールド体を設けなくてよいので装置が小型化、簡素化する。

【0033】また請求項2の発明では、高周波アンテナを管状体により構成してこの管状体を処理ガスの供給部として兼用しているのので、装置が簡素化するし、またガスの供給口を被処理体の被処理面の投影面内に形成することができ、このため処理ガスを被処理面に均一に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の全体構成を示す断面図であ

る。

【図2】本発明の実施例の全体構成の概略を示す概略分解斜視図である。

【図3】高周波アンテナを示す下面図である。

【図4】本発明の他の実施例の一部を示す断面図である。

【図5】本発明の更に他の実施例の一部を示す断面図である。

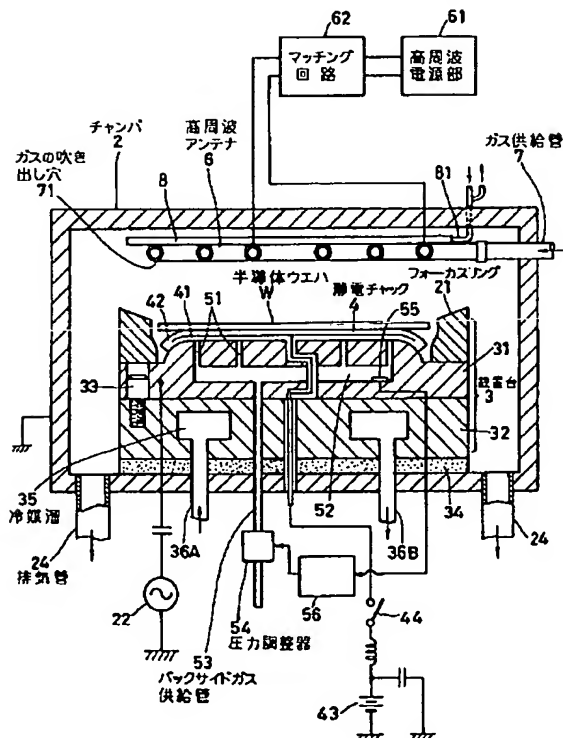
【図6】本発明の更にまた他の実施例の一部を示す断面図である。

【図7】プラズマ処理装置の従来例を示す断面図である。

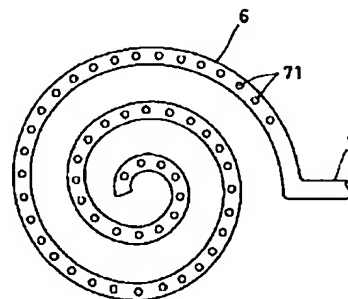
【符号の説明】

- |       |             |
|-------|-------------|
| 2     | チャンバ        |
| 3     | 載置台         |
| 35    | 冷媒溜         |
| 4     | 静電チャックシート   |
| 53    | バックサイドガス供給管 |
| 6     | 高周波アンテナ     |
| 61    | 高周波電源部      |
| 7     | ガス供給管       |
| 71、73 | ガスの吹き出し穴    |
| 74    | ガス混合室       |

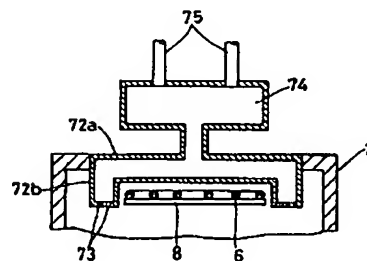
【図1】



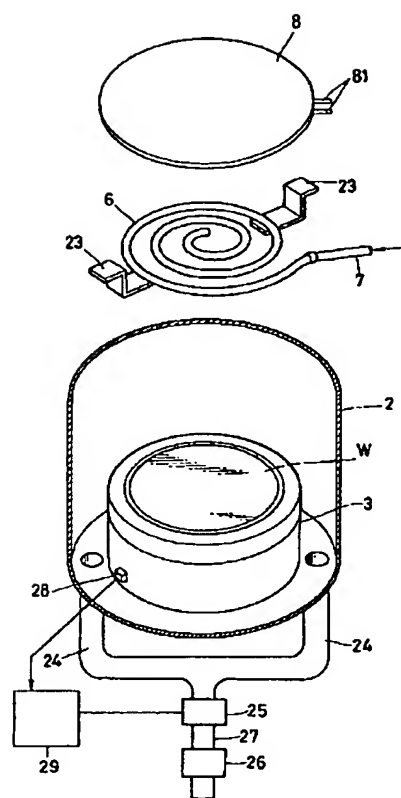
【図3】



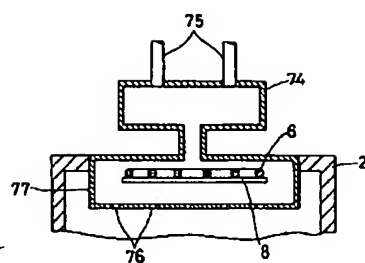
【図4】



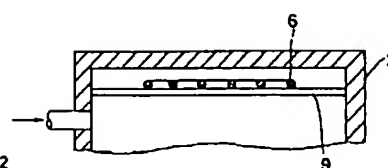
【図2】



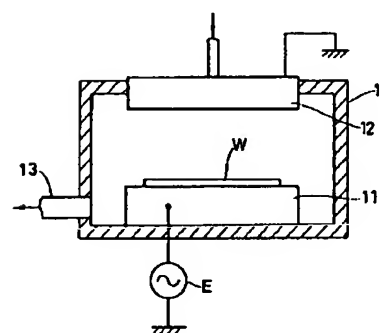
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 1 L 21/3065

21/68

H 0 1 Q 9/27

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

R

Japanese Kokai Patent Application No. Hei 7[1995]-106095

---

Job No.: 598-84325

Ref.: 7828.5491

Translated from Japanese by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 7[1995]-106095

Int. Cl. <sup>6</sup> :	H 05 H	1/46
	H 01 L	21/203
		21/205
	H 01 L	21/302
	H 01 L	21/3065
		21/68
	H 01 Q	9/27
Sequence Nos. for Office Use:	9014-2G	
	8122-4M	
Filing No.:	Hei 5[1993]-273141	
Filing Date:	October 4, 1993	
Publication Date:	April 21, 1995	
No. of Claims:	2 (Total of 6 pages; FD)	
Examination Request:	Not filed	

PLASMA PROCESSING DEVICE

Inventor:	Nobuo Ishii, Tokyo Electron K.K., 2-3-1 Nishishinjuku, Shinjyuku-ku, Tokyo-to
Applicant:	000219967 Tokyo Electron K.K., 5-3-6 Akasaka, Minato-ku, Tokyo-to
Agent:	Toshio Inoue, patent attorney

[There are no amendments to this patent.]



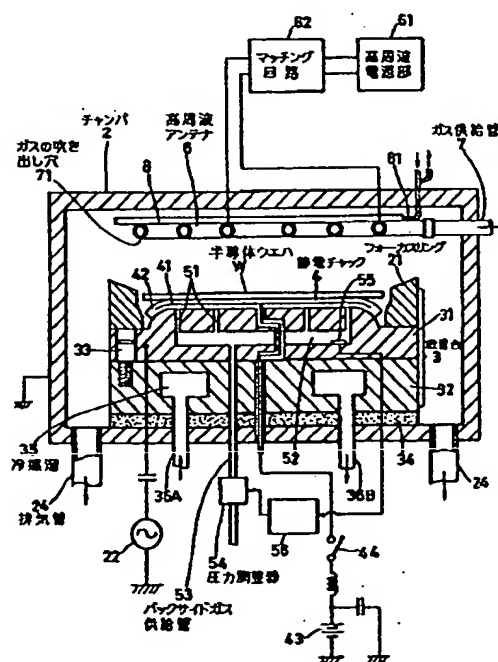
## Abstract

### Objective

To attempt a reduction in the size and simplification of a system in which plasma processes a semiconductor wafer, for example, by a plasma that is obtained by applying high frequency power to a high frequency antenna.

### Structure

A high frequency antenna (6) made of a spiral coil is provided within an airtight chamber (2) which is made of a conductive material and is grounded. The inner surface and outer surface of this antenna (6) are constructed from a tubular member coated with a corrosion resisting material, a processing gas supply pipe (7) is connected at the external end, and gas discharge holes (71) are formed at the tubular member along the coil. It is not necessary to provide an additional shielding member outside because the chamber (2) is in a shielding member even though electric waves are generated from the high frequency antenna, and a reduction and simplification of the system can be attained because the antenna (6) also functions as the gas supply unit.



Key:	W	Semiconductor wafer
	2	Chamber
	3	Mounting table
	4	Electrostatic chuck
	6	High frequency antenna

7	Gas supply pipe
21	Focus ring
24	Exhaust pipe
35	Cooling tank
53	Back side gas supply pipe
54	Pressure adjuster
61	High frequency power source unit
62	Matching circuit
71	Gas discharge hole

### Claims

1. A plasma processing device in which a mounting table is provided within a chamber in an airtight structure, a processing gas is introduced into the aforementioned chamber and plasmatized, an object for processing on the mounting table is processed by that plasma,

characterized by being equipped with: a high frequency antenna consisting of a flat coil, which is provided facing the aforementioned mounting table and within a chamber that is grounded and is made of a conductive material;

and a high frequency power source unit for applying high frequency power to this high frequency antenna.

2. A plasma processing device characterized by being equipped with:

a high frequency antenna consisting of a flat coil that is provided facing a mounting table and within a chamber and formed of a conductive tubular member;

a gas introducing measure which introduces processing gas into the inner space of the tubular member of the aforementioned high frequency antenna;

processing gas outflow openings which are formed to communicate between the internal space of the tubular member of the aforementioned high frequency antenna and the outside of the tubular member;

and a high frequency power source unit for applying high frequency power to the aforementioned high frequency antenna.

### Detailed explanation of the invention

[0001]

Industrial application field

This invention concerns a plasma processing device.

[0002]

Prior art

In the processing progression for semiconductor wafers, dry etching is performed for the separation of capacitors and elements and for the formation of contact holes, for example. As representative conventional systems for performing this dry etching, parallel and flat type plasma processing devices are known.

[0003]

Figure 7 is a diagram showing a parallel and flat type plasma processing device. A mounting table (11), which also functions as a lower electrode, is arranged within an airtight chamber (1), and an upper electrode (12), which also functions as a gas supply unit, is arranged facing the above mounting table (11). (13) is an exhaust pipe.

[0004]

In a plasma processing device like this, a wafer W is first mounted on the mounting table (11), processing gas is introduced from the gas supply unit (12), high frequency power is applied between the electrodes (11) and (12) from a high frequency power source unit E, and plasma is generated, and the wafer W is etched by reactive ions in this plasma.

[0005]

However, the linear width of a pattern of a device is tending to become more and more microscopic. The pressure within the chamber when plasma is generated in the aforementioned device is 100 mtorr-1 torr, the mean free path of ions is small at such a high pressure, therefore, microscopic processing becomes difficult. The diameters of wafers are also increasing. When the mean free path of ions is small, high uniformity of plasma distribution cannot be secured when covering a wide surface, and there is also a problem that uniform processing of a wafer with a large diameter becomes difficult.

[0006]

Therefore, as described in recent European Patent Specification No. 379828 and the official report for Japanese Kokai Patent Application No. Hei 3[1991]-79025, a high frequency induction method has been examined, in which the upper face of the chamber (1) facing the mounting table (11) is constructed of an insulating material, such as quartz glass, for example, a flat coil is fixed at the outer side of this insulating material, a high frequency current is brought into this coil and an electromagnetic field is formed within the chamber (1), and plasma is

formed by collision of electrons that flow within this electromagnetic field with neutral particles in a processing gas.

[0007]

In this method, an electric field in an almost concentric shape is induced according to the shape of the coil, there is a shielding effect of the plasma. Therefore, plasma can be generated at a significantly lower pressure than in a conventional parallel and flat type plasma processing device. As a result, the mean free path of ions in the generated plasma is large, and the etching process by this plasma is suitable for microscopic processing. Plasma diffuses from high density regions to low density regions, but the plasma density distribution is smooth because the mean free path of ions is large, the uniformity of the plasma on a surface which is parallel to the flat plasma surface is high, and the in-plane uniformity of plasma processing for wafers of large diameter improves.

[0008]

Problem to be solved by this invention

In this manner, the high frequency induction method has received attention as a method which is suitable for reduced linear width of patterns and increased diameter of wafers, but it has several problems in practical use. One of them, for example, is the issue of an increase in the size and complexity of the system because the high frequency antenna is provided outside the chamber and electric wave interference occurs in the vicinity when high power is applied to the antenna; therefore, the high frequency antenna must be covered with a shielding member. Also, when the upper face of the chamber is constructed of quartz, and a high frequency antenna is mounted on top of it, the area which comes into contact with the antenna is locally heated when power is applied because the heat conductivity of the quartz is small, and as a result, a large heat stress is generated in the quartz, and cracks are formed, and there is a possibility that breakage of the chamber may accidentally occur.

[0009]

The objective of this invention, which was achieved while considering such circumstances, is to attain a reduction in the size of a system that processes objects by a plasma that is obtained through the application of high frequency power to a high frequency antenna made of a coil.

[0010]

Means for solving the problem

The invention in Claim 1 is characterized by a plasma processing device, in which a mounting table is provided within a chamber in an airtight structure, a processing gas is introduced into the aforementioned chamber and plasmatized, an object for processing on the mounting table is processed by that plasma, which [device] is equipped with: a high frequency antenna consisting of a flat coil, which is provided within a chamber that is grounded and made of a conductive material, and facing the aforementioned mounting table; and a high frequency power source unit for applying high frequency power to this high frequency antenna.

[0011]

The invention in Claim 2 is characterized by being equipped with: a high frequency antenna consisting of a flat coil that is provided within a chamber and faces the mounting table and is formed of a conductive tubular member; a gas introducing measure which introduces processing gas into the inner space of the tubular member of the aforementioned high frequency antenna; processing gas outflow openings which are formed in order to communicate between the internal space of the tubular member of the aforementioned high frequency antenna and the outside of the tubular member; and a high frequency power source unit for applying high frequency power to the aforementioned high frequency antenna.

[0012]

Operation of the invention

Through the invention in Claim 1, the chamber also functions as a shielding member when a high frequency antenna is provided within the chamber and the chamber is grounded. Therefore, electric wave interference in the vicinity does not occur even when high frequency power is applied to the high frequency antenna, and a reduction in the size and simplification of the system are attained because it is not necessary to provide a high frequency antenna and shielding member outside the chamber.

[0013]

Also, through the invention in Claim 2, the high frequency antenna is constructed of a tubular member, and this tubular member is used as the supply unit of the processing gas. Therefore, the system is simplified, the gas supply openings can be formed within the plane of projection of the processing surface of a processing object, and as a result, the processing gas can be evenly supplied to the processing surface.

[0014]

#### Application examples

Figures 1 and 2 are a cross-sectional diagram of the entire structure and a disassembled abbreviated oblique diagram, which is partially cut away, of the plasma processing device, an etching device, for example, in an application example of this invention. In the figures, (2) is a chamber in an airtight structure, which is made of aluminum and grounded as well, and a mounting table (3), which is made of aluminum, for example, is arranged at the central bottom part of this chamber (2).

[0015]

The aforementioned mounting table (3) is constructed of a mounting part (31), which is the upper side part, and a supporting part (32), which is the lower side part that supports this mounting part (31), which are connected together in a separable manner by a bolt (33), and an insulating material (34) is included between the supporting part (32) and the chamber (2). An electrostatic chuck sheet (4) is provided at the upper face of the aforementioned mounting unit (31) in a manner in which it covers its upper face. This electrostatic chuck sheet (4) is constructed by covering a conductive film (41), which is an electrode for the electrostatic chuck sheet made of a copper foil, for example, with an insulating film (42) made of a polyimide film, for example, from both sides, and the conductive film (41) is electrically connected to a dc power source (43) at the outside of the chamber (2) through a switch (44).

[0016]

Multiple holes (51) for a back-side gas (gas for thermal conduction) which open at the upper edge to the upper surface of said mounting table (31) are formed at the aforementioned mounting area (31), and the lower edges of these holes (51) communicate with a gas supply passage (53) for the back-side gas through a ventilation chamber (52), for example. Also, holes (not shown in the figure) are formed in the aforementioned electrostatic chuck sheet (4) at positions corresponding to each of the holes (51) so that the back-side gas from the holes (51) is sprayed onto the back face of the wafer W through the holes in the electrostatic chuck sheet (4). The aforementioned gas supply passage (53) is connected to a gas supply source for such as He gas, for example, which is not shown in the diagram, through a pressure adjuster (54), such as a butterfly valve, for example.

[0017]

The aforementioned ventilation chamber (52) has a function to adjust variation from the pressure adjuster (54), a butterfly valve, for example, so that the pressure of the back-side gas,

which jets out towards the back face of the wafer W through the aforementioned holes (51), is set to a specific value, such as 10 torr, for example, based on the pressure detection value of a pressure detecting unit (555) [sic; (55)] which detects the pressure of the back-side gas.

[0018]

A ring shaped focus ring (21), which surrounds the wafer W, is arranged over the aforementioned mounting part (31). This focus ring (21) is constructed of an insulating material that does not attract reactive ions, and has the role of effectively pulling reactive ions inside towards the wafer W.

[0019]

A cooling tank (35) which circulates a cooling medium for cooling the wafer W through the mounting table (3) is formed inside the aforementioned supporting unit (32), and an introduction pipe (36A) and a discharge pipe (36B) are provided to this. The cooling medium, such as liquid nitrogen, for example, which is supplied into the cooling tank (35) through the introduction pipe (36A) is discharged to the outside of the device through the discharge pipe (36B).

[0020]

A high frequency antenna (6) made of a flat coil, such as a spiral coil, for example, is fixed and provided at the chamber (2) near the upper face within the aforementioned chamber (2) facing the mounting table (2) [sic; (3)] by a fixing member (23) (refer to Figure 2) made of an insulating material, such as fluororesin, for example. This high frequency antenna (6) is constructed of a tubular member using a conductive material, such as aluminum, for example, and its outer circumferential surface and inner circumferential surface are coated with a corrosion resisting material, such as aluminum oxide, for example, in order to prevent corrosion from the processing gas.

[0021]

One end of the gas supply pipe (7) is connected to the outer end of the high frequency antenna (6) to supply processing gas to the high frequency antenna (6), which is the internal space of the tubular member, and a supply source of processing gas, which is not shown in the diagram, such as  $\text{CHF}_3$ , and  $\text{CF}_4$ , for example, for etch processing is connected to the other end of this gas supply pipe (7). Outflow openings for the processing gas, such as discharge holes of the gas (71), for example, which communicate between the internal space of the tubular member

and the outside (the space within the chamber (2)) are formed along the coil at the lower face of the aforementioned high frequency antenna (6), as shown in Figure 3.

[0022]

High frequency voltage, 13.56 MHz at 1 kW, for example, is applied between the terminals of the aforementioned high frequency antenna (6) (inner side terminal and outer side terminal) from a high frequency power source unit (61) for the generation of plasma through a matching circuit (62). Through this, a high frequency current flows into the antenna (6), and a plasma is formed in the space immediately below the antenna (6), as will be described later.

[0023]

A cooling measure, such as a cooling plate (8), for example, for cooling this high frequency antenna (6) is provided at the upper face of the aforementioned high frequency antenna (6). This cooling plate (8) is constructed by a cooling pipe (81), for example, so that a coolant, such as cooling water, for example, circulates inside. By cooling the high frequency antenna (6) in this manner, there is the advantage of preventing a separation of the corrosion resisting material resulting from the difference in heat expansion between the material of the antenna and the corrosion resisting material at the outer circumferential surface.

[0024]

A high frequency power source unit (22) is connected between the aforementioned mounting table (3) and the ground in order to provide a bias voltage at a frequency of 400 kHz, for example, to said mounting table (3), which [frequency] is lower than the frequency of the high frequency voltage which is applied to the high frequency antenna (6). Then, the chamber (2) is connected to the ground, an electric field is formed between the mounting table (3) and the chamber (2), and as a result, the verticality of the reactive ions in the plasma within the chamber (2) with respect to the wafer W increases.

[0025]

One end of a number of exhaust pipes (24) are connected to positions at equal spacing in the circumferential direction of the chamber (2) at the bottom face of the aforementioned chamber (2). The ends of 2 exhaust pipes (24) on one side are connected symmetrically to the axis of the chamber (2) in the illustrated example. The other end of these exhaust pipes (24) is connected to a commonly used exhaust pipe (27) including a pressure adjuster (25), such as a butterfly valve, for example, and a vacuum pump (26), as indicated in Figure 2. The exhaust system in this application example is constructed so that an exhaust controller (29) adjusts the



pressure adjuster (25) based on a pressure detection value from the pressure detection unit (28) provided within the chamber (2) so as to obtain a gradual exhausting at the beginning of the vacuum suction so that particles are not lifted up or so as to obtain a rapid exhausting after vacuum suctioning to a certain level, for example.

[0026]

The function of the aforementioned application example will be explained next. First, a processing object, such as a wafer W, for example, is first conveyed into the chamber (2) by a conveying arm, which is not shown in a diagram, and it is mounted over the electrostatic chuck sheet (4). Then, a specific vacuum atmosphere is vacuum exhausted by a vacuum pump (26) through exhaust pipes (24), and a level of vacuum of several mtorr to several 10 mtorr, for example, is maintained within the chamber (2) through vacuum exhaustion through the exhaust pipes (24) while supplying an etching gas such as  $\text{CF}_4$  gas, for example, into the chamber (2) from the gas supply pipe (7) through the discharge holes (71) through the internal space of the high frequency antenna (6), and a high frequency voltage is applied to the high frequency antenna (6) from the high frequency power source unit (61). When a high frequency current flows into the high frequency antenna (6) through the application of this high frequency voltage, an alternating magnetic field is generated around the antenna conductor and much of the magnetic flux forms a closed loop in a vertical direction in the central area of the antenna. An alternating electric field in a circumferential direction is induced into a nearly concentric shape right below the antenna (6) through such an alternating magnetic field, electrons that are accelerated in the direction of the circumference by this alternating magnetic field collide with the neutral particles of the processing gas, the gas undergoes electrolytic dissociation, and a plasma is formed. The surface of the wafer W is etched by reactive ions within the plasma generated in this manner.

[0027]

When high frequency power is applied to the high frequency antenna (6) in this manner, electric waves spread into the surroundings; however, because the chamber (2) is made of an aluminum material and grounded, a shield is provided by this chamber (2); therefore, there is no possibility for electric wave interference by the system to the surroundings. Then, a reduction in the size of the system can be attained corresponding to the amount that the high frequency antenna (6) does not exist outside of the chamber (2). It is particularly beneficial regarding the fact that when the high frequency antenna (6) is provided outside, and a shielding member is arranged outside chamber (2), the outer wall surface of the chamber (2) is processed. However, when the chamber (2) is used as the shielding member, such processing becomes unnecessary,

and a reduction in the size and simplification of the system can be attained because the shielding member is not arranged outside the chamber (2).

[0028]

The high frequency antenna functions also as the processing gas introduction unit; therefore, the structure is more simplified than when arranging the processing gas supply unit additional to the high frequency antenna, for example, along its outer circumferential area. By forming the discharge holes (71) of the processing gas along the circumference of the coil, they overlap with the plane of projection of the wafer W over the mounting table (3), and moreover, the discharge holes (71) are arranged in a coil shape, so the supply of the processing gas onto the surface of the wafer W can be attained with high uniformity, and uniform plasma processing can be obtained. The discharge holes of the gas may be slits instead of holes. Furthermore, the high frequency antenna (6) is cooled from within by the conduction of the processing gas, so the separation of the corrosion resisting material which is adhered to the inner circumferential surface and the outer circumferential surface of the high frequency antenna (6) can be prevented through that cooling effect.

[0029]

Figures 4 and 5 indicate other application examples of this invention. In the application example in Figure 4, a ring shaped projection wall (72b) is formed at the lower circumferential edge of a cylindrical unit (72a), its inner space is used as a ventilation chamber, and many discharge holes (73) of the processing gas are formed at the lower edge circular surface in the circumferential direction, so that the processing gas supply unit is constructed. This processing gas supply unit communicates with a gas mixing chamber (74), and several gas supply pipes (75) (2 in the example in the illustration) are connected to the gas mixing chamber (74). A high frequency antenna (6) is mounted and arranged over a cooling plate (8) at the inner side of the ring shaped projecting wall (72b). In such a structure, several types of processing gases are mixed together in the gas mixing chamber (74), and a processing gas with uniform composition can be supplied to the surface of the wafer W. As the material of the processing gas supply unit, alumina type ceramics and SiC, for example, can be satisfactorily used. The former material is not easily etched by halogen gases, and the latter material, although etched, does not negatively affect the wafer because it is a silicon type component.

[0030]

In the application example in Figure 5, the processing gas supply unit is constructed of a cylindrical member (77) equipped with many gas discharge holes (76) at the lower face, and a

high frequency antenna (6) is provided inside this. A cooling plate (8) which cools the high frequency antenna (6) is indicated in the examples in Figures 4 and 5, but it is not necessarily required. When providing a high frequency antenna within a chamber, the high frequency antenna may be covered by a container of an insulating and corrosion resisting material, or the space near the upper face of the chamber can be partitioned by a partition plate (9) made of ceramic, for example, as shown in Figure 6, and the high frequency antenna (6) may be mounted over it.

[0031]

In the above, an example of etch processing was explained for the plasma processing, but this invention can be applied to other plasma processing devices such as a plasma CVD device, a plasma ashing device, and a plasma sputtering device, for example. The processing object is not limited to semiconductor wafers, and LCD substrates, for example, may also be used.

[0032]

Effect of the invention

Through the invention in Claim 1, the chamber also functions as a shielding member when a high frequency antenna is provided within the chamber and the chamber is grounded. Therefore, electric wave interference in the surroundings does not occur even when high frequency power is applied to the high frequency antenna, and a reduction in the size and simplification of the system are attained because it is not necessary to provide a high frequency antenna and a shielding member outside the chamber.

[0033]

Also, through the invention in Claim 2, the high frequency antenna is constructed of a tubular member, and this tubular member is used as the supply unit of the processing gas. Therefore, the system is simplified, gas supply openings can be formed within the plane of projection of the processing surface of a processing object, and as a result, the processing gas can be evenly supplied to the processing surface.

#### Brief description of the figures

Figure 1 is a cross-sectional diagram showing the entire structure of an application example of this invention.

Figure 2 is a disassembled abbreviated oblique diagram showing an abbreviated entire structure of an application example of this invention.

Figure 3 is a lower side diagram showing a high frequency antenna.

Figure 4 is a cross-sectional diagram showing a part of another application example of this invention.

Figure 5 is a cross-sectional diagram showing a part of another application example of this invention.

Figure 6 is a cross-sectional diagram showing a part of another application example of this invention.

Figure 7 is a cross-sectional diagram showing a conventional example of a plasma processing device.

Explanation of numbers

- |       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| 2     | Chamber                          |
| 3     | Mounting table                   |
| 4     | Electrostatic chuck sheet        |
| 35    | Cooling tank                     |
| 6     | High frequency antenna           |
| 7     | Gas supply pipe                  |
| 53    | Back side gas supply pipe        |
| 61    | High frequency power source unit |
| 71,73 | Gas discharge holes              |
| 74    | Gas mixing chamber.              |

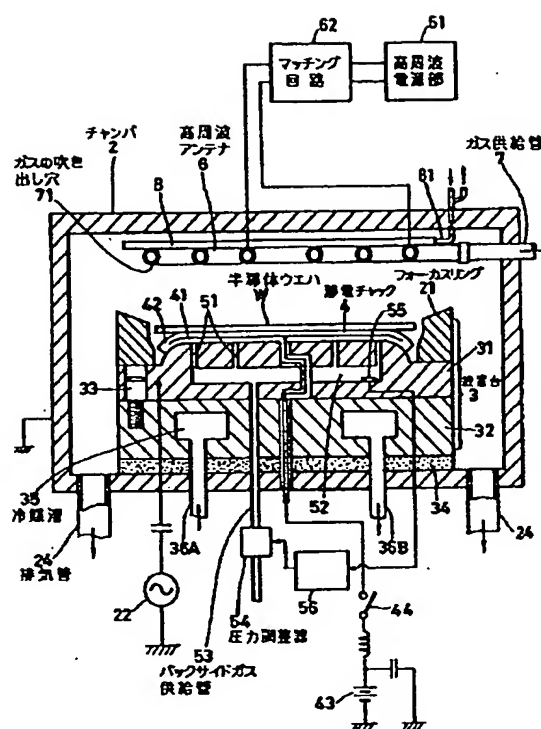


Figure 1

Key:	W	Semiconductor wafer
	2	Chamber
	3	Mounting table
	4	Electrostatic chuck
	6	High frequency antenna
	7	Gas supply pipe
	21	Focus ring
	24	Exhaust pipe
	35	Cooling tank
	53	Back side gas supply pipe
	54	Pressure adjuster
	61	High frequency power source unit
	62	Matching circuit
	71	Gas discharge hole

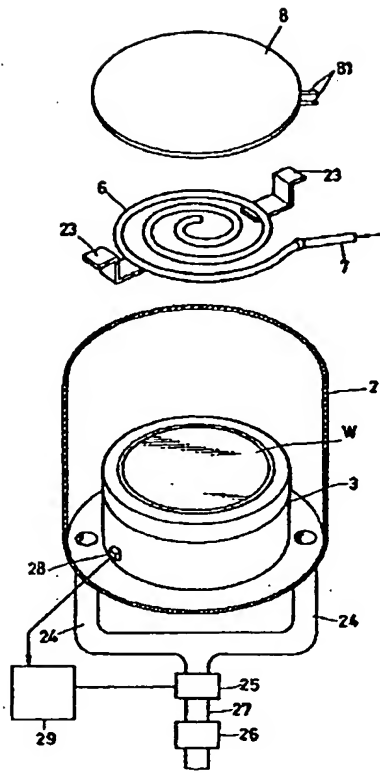


Figure 2

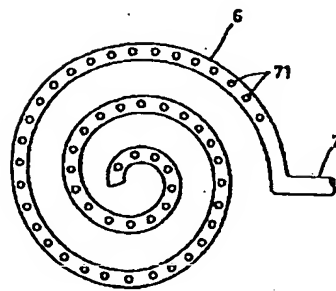


Figure 3

